

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-235676

(43)Date of publication of application : 31.08.2001

(51)Int.Cl. G02B 13/00
 G02B 3/08
 G11B 7/12
 G11B 7/135

(21)Application number : 2000-047984

(71)Applicant : KONICA CORP

(22)Date of filing : 24.02.2000

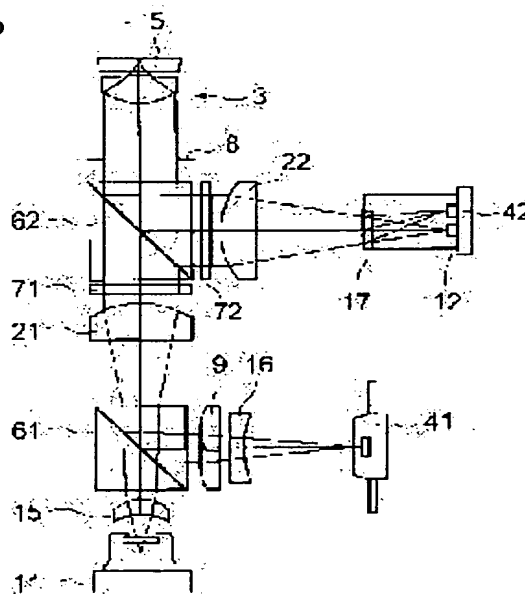
(72)Inventor : OTA KOHEI
 ARAI NORIKAZU

(54) OPTICAL DEVICE, OBJECTIVE LENS AND OPTICAL PICKUP DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an optical pickup device and the objective lens and the optical device used in it by which the recording and reproduction of information to a information recording medium having a different thickness is attained even though a small number of optical devices or objective lenses are used.

SOLUTION: The optical pickup device by which a comparatively large spot size is obtained without excessively converging a beam size even though an aperture restriction for a small numerical aperture NA is not used when the outside luminous flux of a specified numerical aperture is set a flare in a use state on a side at which a numerical aperture NA is small by using the objective lens provided with a diffraction ring band, and the recording and the reproduction of the information is performed for the plural kinds of the information recording media having the different thickness is provided.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's

decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2001-235676
(P2001-235676A)

(43) 公開日 平成13年8月31日 (2001.8.31)

| (51) Int.Cl. ⁷ | 識別記号 | F I | テマコード* (参考) |
|---------------------------|-------|---------------|-------------|
| G 0 2 B 13/00 | | G 0 2 B 13/00 | 2 H 0 8 7 |
| | 3/08 | | 5 D 1 1 9 |
| G 1 1 B 7/12 | | G 1 1 B 7/12 | 9 A 0 0 1 |
| | 7/135 | | A |
| | | 7/135 | |

審査請求 未請求 請求項の数42 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2000-47984 (P2000-47984)

(22) 出願日 平成12年2月24日 (2000.2.24)

(71) 出願人 000001270

コニカ株式会社

東京都新宿区西新宿1丁目26番2号

(72) 発明者 大田 耕平

東京都八王子市石川町2970番地 コニカ株式会社内

(72) 発明者 荒井 則一

東京都八王子市石川町2970番地 コニカ株式会社内

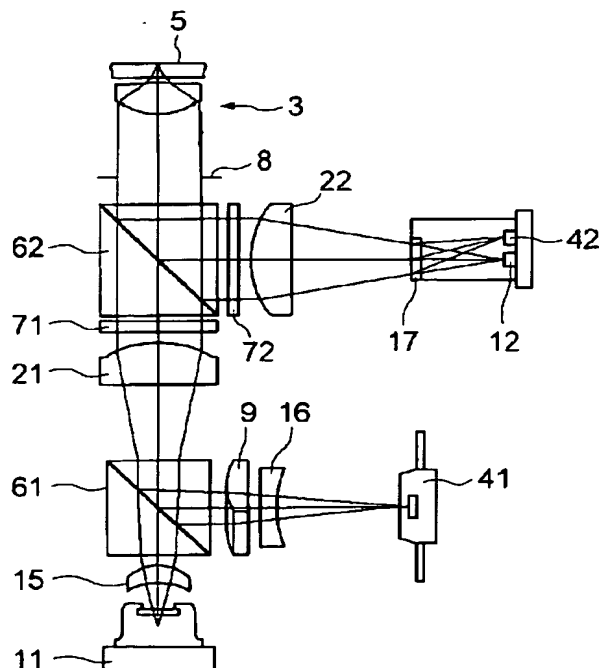
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光学素子、対物レンズ及び光ピックアップ装置

(57) 【要約】

【課題】 少ない数の光学素子又は対物レンズを使用しているにも関わらず、厚みの異なる情報記録媒体に情報の記録再生を可能とする光ピックアップ装置及びそれに用いる対物レンズ並びに光学素子を提供する。

【解決手段】 回折輪帯を設けた対物レンズを用いることにより、開口数NAが小さい側の使用状態で所定開口数の外側の光束をフレアとすれば、小さい開口数NAのための開口制限を用いずとも、ビーム径が絞られ過ぎることがなく、比較的大きなスポット径を得ることができ、厚さの異なる複数種の情報記録媒体に対して、情報の記録再生を行う光ピックアップ装置を提供することが可能となる。



【特許請求の範囲】

・【請求項1】 光ピックアップ装置に使用可能な光学素子において、

少なくとも一つの面が、回折輪帯をもつ回折面であり、前記回折面の光路差関数を $\phi(h)$ とするとき(h は光軸からの距離)、所定距離 h の箇所で $d\phi(h)/dh$ が不連続または実質的に不連続な関数であることを特徴とする光学素子。

【請求項2】 前記所定距離 h の内側に形成された輪帯のうち最も外側の輪帯における光軸に垂直方向の幅は、前記最も外側の輪帯に隣接し、かつ前記所定距離 h の外側に形成された輪帯における光軸に垂直方向の幅より小さいことを特徴とする請求項1に記載の光学素子。

【請求項3】 前記光学素子を介して、透明基板厚 t_2 の光情報記録媒体に対し、所定の物体距離にある波長 λ_2 の光源から光を照射した場合、前記所定距離 h 以下の開口数 NA では、波面収差が $0.07\lambda_2 \text{ rms}$ 以下であり、

前記所定距離 h の内側を通過する光線の球面収差は、前記所定距離 h の外側を通過する光線の球面収差に対して、 $10\lambda_2 \sim 100\lambda_2$ 小さいことを特徴とする請求項1又は2に記載の光学素子。

【請求項4】 前記少なくとも一つの回折面の、光軸から周辺方向に数えて、ある i 番目の回折輪帯が次式を満たすことを特徴とする請求項1～3のいずれかに記載の光学素子。

$$1. \quad 2 \leq p_i / p_1 \leq 10$$

ただし、

p_i : 光軸から周辺方向に数えて i 番目の回折輪帯の、光軸に垂直な方向の幅

【請求項5】 光ピックアップ装置に使用可能な光学素子において、

少なくとも一つの面が、回折輪帯をもつ回折面であり、前記少なくとも一つの回折面の、光軸から周辺方向に数えて、ある i 番目の回折輪帯が次式を満たすことを特徴とする光学素子。

$$1. \quad 2 \leq p_i / p_1 \leq 10$$

ただし、

p_i : 光軸から周辺方向に数えて i 番目の回折輪帯の、光軸に垂直な方向の幅

【請求項6】 $NA0.60$ の光線が通る前記回折面の回折輪帯の番号 m が、

$$22 \leq m \leq 32$$

をみたすことを特徴とする請求項1～5のいずれかに記載の光学素子。ただし、回折輪帯の番号は光軸上の輪帯を1とし、順に外側に数える。

【請求項7】 光ピックアップ装置に使用可能な光学素子において、

少なくとも一つの面が、回折輪帯を持つ回折面であり、 $NA0.60$ の光線が通る前記回折面の回折輪帯の番号

m が、

$$22 \leq m \leq 32$$

をみたすことを特徴とする光学素子。ただし、回折輪帯の番号は光軸上の輪帯を1とし、順に外側に数える。

【請求項8】 前記光線は、波長 $630 \sim 665 \text{ nm}$ の範囲内で、略平行な光束で前記光学素子に入射されることを特徴とする請求項6又は7に記載の光学素子。

【請求項9】 前記光学素子是对物レンズであることを特徴とする請求項1～8のいずれかに記載の光学素子。

10 【請求項10】 波長の異なる光源からの光束を光情報記録媒体の記録面に集光するための対物レンズを含む集光光学系と、前記記録面からの反射光を検出するための受光手段とを有し、透明基板厚さが互いに異なる少なくとも2つの第1及び第2の光情報記録媒体に対して、情報の記録または再生が可能な光ピックアップ装置に使用可能な対物レンズであって、

互いに異なる2つの波長を λ_1 、 λ_2 ($\lambda_1 < \lambda_2$) とし、

互いに異なる2つの光情報記録媒体の透明基板の厚さを t_1 、 t_2 ($t_1 < t_2$) とし、

20 波長 λ_1 の光束により、透明基板の厚さ t_1 の光情報記録媒体に記録または再生を行うのに必要な像側の必要開口数を NA_1 とし、波長 λ_2 の光束により、透明基板の厚さ t_2 の光情報記録媒体に記録または再生を行うのに必要な像側の必要開口数を NA_2 ($NA_1 \geq NA_2$) とした時、

波長 λ_1 と透明基板の厚さ t_1 と必要開口数 NA_1 の組み合わせに対して、波面収差が $0.07\lambda_1 \text{ rms}$ 以下であり、

30 かつ、波長 λ_2 と透明基板の厚さ t_2 と必要開口数 NA_2 の組み合わせに対して、波面収差が $0.07\lambda_2 \text{ rms}$ 以下であり、

かつ、波長 λ_2 と透明基板の厚さ t_2 の組み合わせに対して必要開口数 NA_2 以上の光束をフレアにすることを特徴とする対物レンズ。

【請求項11】 前記対物レンズを介して、透明基板厚 t_2 の光情報記録媒体に対し、所定の物体距離にある波長 λ_2 の光源から光を照射した場合、開口数 NA_2 以上 NA_1 以下の光束が、情報記録面上では径 w_2 以上 w_1

40 以下の範囲に分布し、

$$10 \mu\text{m} \leq w_2 \leq 50 \mu\text{m}$$

$$20 \mu\text{m} \leq w_1 - w_2 \leq 110 \mu\text{m}$$

を満たすことを特徴とする請求項10に記載の対物レンズ。

【請求項12】 少なくとも一つの面が、回折輪帯をもつ回折面であり、

前記回折面の光路差関数を $\phi(h)$ とするとき(h は光軸からの距離)、所定距離 h の箇所で $d\phi(h)/dh$ が不連続または実質的に不連続な関数であることを特徴とする請求項10又は11に記載の対物レンズ。

【請求項13】 前記所定距離 h の内側に形成された輪帯のうち最も外側の輪帯における光軸に垂直方向の幅は、前記最も外側の輪帯に隣接し、かつ前記所定距離 h の外側に形成された輪帯における光軸に垂直方向の幅より小さいことを特徴とする請求項12に記載の対物レンズ。

【請求項14】 前記対物レンズを介して、透明基板厚 t_2 の光情報記録媒体に対し、所定の物体距離にある波長 λ_2 の光源から光を照射した場合、前記所定距離 h 以下の開口数 NA では、波面収差が $0.07\lambda_2 \text{ rms}$ 以下であり、前記所定距離 h の内側を通過する光線の球面収差は、前記所定距離 h の外側を通過する光線の球面収差に対して、 $10\lambda_2 \sim 100\lambda_2$ 小さいことを特徴とする請求項12又は13に記載の対物レンズ。

【請求項15】 少なくとも一つの面が、回折輪帯をもつ回折面であり、前記少なくとも一つの回折面の、光軸から周辺方向に数えて、ある i 番目の回折輪帯が次式を満たすことを特徴とする請求項10～14のいずれかに記載の対物レンズ。

$$1. \quad 2 \leq p_{i+1} / p_i \leq 10$$

ただし、

p_i ：光軸から周辺方向に数えて i 番目の回折輪帯の、光軸に垂直な方向の幅

【請求項16】 $NA0.60$ の光線が通る前記回折面の回折輪帯の番号 m が、

$$22 \leq m \leq 32$$

をみたすことを特徴とする請求項10～15のいずれかに記載の対物レンズ。

【請求項17】 前記波長 λ_1 は、 $630 \sim 665 \text{ nm}$ の範囲にあり、前記波長 λ_2 は、 $750 \sim 810 \text{ nm}$ の範囲にあり、前記厚さ t_1 は、 0.6 mm であり、前記厚さ t_2 は、 1.2 mm であることを特徴とする請求項10～16のいずれかに記載の対物レンズ。

【請求項18】 前記第1の光情報記録媒体はDVDであり、前記第2の光情報記録媒体はCDであることを特徴とする請求項10～17のいずれかに記載の対物レンズ。

【請求項19】 波長の異なる光源からの光束を光情報記録媒体の記録面に集光するための対物レンズを含む集光光学系と、前記記録面からの反射光を検出するための受光手段とを有し、透明基板厚さが互いに異なる少なくとも2つの第1及び第2の光情報記録媒体に対して、情報の記録または再生が可能な光ピックアップ装置であって、前記対物レンズの少なくとも一つの面が、回折輪帯を有する回折面であり、

互いに異なる2つの波長を λ_1 、 λ_2 ($\lambda_1 < \lambda_2$) とし、

互いに異なる2つの光情報記録媒体の透明基板の厚さを

t_1 、 t_2 ($t_1 < t_2$) とし、

波長 λ_1 の光束により、透明基板の厚さ t_1 の光情報記録媒体に記録または再生を行うのに必要な像側の必要開口数を NA_1 とし、波長 λ_2 の光束により、透明基板の厚さ t_2 の光情報記録媒体に記録または再生を行うのに必要な像側の必要開口数を NA_2 ($NA_1 \geq NA_2$) とした時、

波長 λ_1 と透明基板の厚さ t_1 と必要開口数 NA_1 の組み合わせに対して、波面収差が $0.07\lambda_1 \text{ rms}$ 以下であり、

かつ、波長 λ_2 と透明基板の厚さ t_2 と必要開口数 NA_2 の組み合わせに対して、波面収差が $0.07\lambda_2 \text{ rms}$ 以下であり、

かつ、波長 λ_2 と透明基板の厚さ t_2 の組み合わせに対して必要開口数 NA_2 以上の光束をフレアにすることを特徴とする光ピックアップ装置。

【請求項20】 前記対物レンズを介して、透明基板厚 t_2 の光情報記録媒体に対し、所定の物体距離にある波長 λ_2 の光源から光を照射した場合、開口数 NA_2 以上 NA_1 以下の光束が、情報記録面上では径 w_2 以上 w_1 以下の範囲に分布し、

$$10 \mu\text{m} \leq w_2 \leq 50 \mu\text{m}$$

$$20 \mu\text{m} \leq w_1 - w_2 \leq 110 \mu\text{m}$$

を満たすことを特徴とする請求項19に記載の光ピックアップ装置。

【請求項21】 前記回折面の光路差関数を $\phi(h)$ とするとき (h は光軸からの距離)、所定距離 h の箇所で $d\phi(h)/dh$ が不連続または実質的に不連続な関数であることを特徴とする請求項19又は20に記載の光ピックアップ装置。

【請求項22】 前記所定距離 h の内側に形成された輪帯のうち最も外側の輪帯における光軸に垂直方向の幅は、前記最も外側の輪帯に隣接し、かつ前記所定距離 h の外側に形成された輪帯における光軸に垂直方向の幅より小さいことを特徴とする請求項21に記載の光ピックアップ装置。

【請求項23】 前記対物レンズを介して、透明基板厚 t_2 の光情報記録媒体に対し、所定の物体距離にある波長 λ_2 の光源から光を照射した場合、前記所定距離 h 以下の開口数 NA では、波面収差が $0.07\lambda_2 \text{ rms}$ 以下であり、

前記所定距離 h の内側を通過する光線の球面収差は、前記所定距離 h の外側を通過する光線の球面収差に対して、 $10\lambda_2 \sim 100\lambda_2$ 小さいことを特徴とする請求項21又は22に記載の光ピックアップ装置。

【請求項24】 前記少なくとも一つの回折面の、光軸から周辺方向に数えて、ある i 番目の回折輪帯が次式を満たすことを特徴とする請求項19～23のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

$$1. \quad 2 \leq p_{i+1} / p_i \leq 10$$

ただし、

・ p_i : 光軸から周辺方向に数えて i 番目の回折輪帯の、
光軸に垂直な方向の幅

【請求項25】 $NA0.60$ の光線が通る前記回折面の
回折輪帯の番号 m が、
 $22 \leq m \leq 32$

をみたすことを特徴とする請求項19～24のいずれか
に記載の光ピックアップ装置。

【請求項26】 波長 $\lambda 1$ と透明基板の厚さ $t 1$ の組み
合わせに対する対物レンズの物点と、波長 $\lambda 2$ と透明基
板の厚さ $t 2$ の組み合わせに対する対物レンズの物点と
が、光学的に等しい距離にあることを特徴とする請求項
19～25のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

【請求項27】 前記波長 $\lambda 1$ は、 $630 \sim 665 \text{ nm}$
の範囲にあり、前記波長 $\lambda 2$ は、 $750 \sim 810 \text{ nm}$ の
範囲にあり、前記厚さ $t 1$ は、 0.6 mm であり、前記
厚さ $t 2$ は、 1.2 mm であることを特徴とする請求項
19～26のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

【請求項28】 前記第1の光情報記録媒体はDVDで
あり、前記第2の光情報記録媒体はCDであることを特
徴とする請求項19～27のいずれかに記載の光ピック
アップ装置。

【請求項29】 光ピックアップ装置に使用可能な対物
レンズにおいて、
少なくとも一つの面が、回折輪帯をもつ回折面であり、
前記対物レンズを、開口数 NA が $0.5 \sim 0.7$ の範囲
における波長 $\lambda 2$ の光束が通過したときの球面収差量
は、開口数 NA が 0.5 未満における波長 $\lambda 2$ の光束が
通過したときの球面収差量よりも、 $10 \lambda 2 \sim 100 \lambda$
 2 以上大きいことを特徴とする対物レンズ。

【請求項30】 透明基板の厚さが互いに異なる2つの
光情報記録媒体に応じて、異なる基準波長の光を照射す
ることにより、前記光情報記録媒体の情報記録面に情報
を記録及び／又は再生する光源と、前記光源からの光を
それぞれ透過して、前記光情報記録媒体に向かって出力
する対物レンズとを有する光ピックアップ装置におい
て、

前記対物レンズの少なくとも一つの面が、回折輪帯をも
つ回折面であり、
前記対物レンズを、開口数 NA が $0.5 \sim 0.7$ の範囲
における所定の波長 $\lambda 2$ の光束が通過したときの球面収
差量は、開口数 NA が 0.5 未満における前記所定の波
長 $\lambda 2$ の光束が通過したときの球面収差量よりも、 10
 $\lambda 2 \sim 100 \lambda 2$ 以上大きいことを特徴とする光ピック
アップ装置。

【請求項31】 波長 λ の光源と、前記光源からの光束
を光情報記録媒体の記録面に集光するための対物レンズ
を含む集光光学系と、前記記録面からの反射光を検出す
るための受光面を有する受光手段とを有し、光情報記録
媒体に対して情報の記録または再生が可能な光ピックア

ップ装置に使用可能な対物レンズであって、
前記対物レンズは、少なくとも一面に回折面を有し、
開口数 NA が 0.5 未満の波長 λ の光束が通過したとき
に、前記光情報記録媒体から反射した光束は、前記受光
手段の受光面内に含まれるように、前記受光手段に向か
って照射され、

開口数 NA が 0.5 以上の波長 λ の光束が通過したとき
に、前記光情報記録媒体から反射した光束は、前記受光
手段の受光面を除く周囲に照射されることを特徴とする
光ピックアップ装置に使用可能な対物レンズ。

【請求項32】 前記受光手段は、1個ないし3個のほ
ぼ矩形状の受光面を有しており、開口数 NA が 0.5 以
上の光束の光情報記録面上でのスポット径は $5 \mu \text{ m}$ 以上
であることを特徴とする請求項31に記載の光ピックア
ップ装置に使用可能な対物レンズ。

【請求項33】 前記受光手段は、略一直線上に並べた
3個の矩形状の受光面を有し、開口数 NA が 0.5 以上
の光束の光情報記録面上でのスポット径は $25 \mu \text{ m}$ 以上
であることを特徴とする請求項31に記載の光ピックア
ップ装置に使用可能な対物レンズ。

【請求項34】 波長 λ の光源と、前記光源からの光束
を光情報記録媒体の記録面に集光するための対物レンズ
を含む集光光学系と、前記記録面からの反射光を検出す
るための、中央受光面と周辺受光面とを有する受光手段
とを有し、光情報記録媒体に対して情報の記録または再
生が可能な光ピックアップ装置に使用可能な対物レンズ
であって、

前記対物レンズは、少なくとも一面に回折面を有し、
開口数 NA が 0.5 以上の波長 λ の光束が通過したとき
に、前記光情報記録媒体から反射した光束は、前記周辺
受光面のみを含むように、前記受光手段に向かって照射
されることを特徴とする光ピックアップ装置に使用可能
な対物レンズ。

【請求項35】 前記受光手段は、少なくとも2個のス
トラップ状の受光面を有し、開口数 NA が 0.5 以上の
光束の光情報記録面上でのスポット径は $20 \mu \text{ m}$ 以上で
あることを特徴とする請求項34に記載の光ピックア
ップ装置に使用可能な対物レンズ。

【請求項36】 前記受光手段は、少なくとも4個のス
トラップ状の受光面を有し、開口数 NA が 0.5 以上の
光情報記録面上での光束のスポット径は $50 \mu \text{ m}$ 以上で
あることを特徴とする請求項34に記載の光ピックア
ップ装置に使用可能な対物レンズ。

【請求項37】 波長 λ の光源と、前記光源からの光束
を光情報記録媒体の記録面に集光するための対物レンズ
を含む集光光学系と、前記記録面からの反射光を検出す
るための受光面を有する受光手段とを有し、光情報記録
媒体に対して情報の記録または再生が可能な光ピックア
ップ装置であって、

前記対物レンズは、少なくとも一面に回折面を有し、

開口数NAが0.5未満の波長 λ の光束が通過したときに、前記光情報記録媒体から反射した光束は、前記受光手段の受光面内に含まれるように、前記受光手段に向かって照射され、

開口数NAが0.5以上の波長 λ の光束が通過したときに、前記光情報記録媒体から反射した光束は、前記受光手段の受光面を除く周囲に照射されることを特徴とする光ピックアップ装置。

【請求項38】 前記受光手段は、1個ないし3個のほぼ矩形状の受光面を有しており、開口数NAが0.5以上の光束の光情報記録面上でのスポット径は5 μ m以上であることを特徴とする請求項37に記載の光ピックアップ装置。

【請求項39】 前記受光手段は、略一直線上に並べた3個の矩形状の受光面を有し、開口数NAが0.5以上の光束の光情報記録面上でのスポット径は25 μ m以上であることを特徴とする請求項37に記載の光ピックアップ装置。

【請求項40】 波長 λ の光源と、前記光源からの光束を光情報記録媒体の記録面に集光するための対物レンズを含む集光光学系と、前記記録面からの反射光を検出するための、中央受光面と周辺受光面とを有する受光手段とを有し、光情報記録媒体に対して情報の記録または再生が可能な光ピックアップ装置であって、前記対物レンズは、少なくとも一面に回折面を有し、開口数NAが0.5以上の波長 λ の光束が通過したときに、前記光情報記録媒体から反射した光束は、前記周辺受光面のみを含むように、前記受光手段に向かって照射されることを特徴とする光ピックアップ装置。

【請求項41】 前記受光手段は、少なくとも2個のストライプ状の受光面を有し、開口数NAが0.5以上の光束の光情報記録面上でのスポット径は20 μ m以上であることを特徴とする請求項40に記載の光ピックアップ装置。

【請求項42】 前記受光手段は、少なくとも4個のストライプ状の受光面を有し、開口数NAが0.5以上の光束の光情報記録面上でのスポット径は50 μ m以上であることを特徴とする請求項40に記載の光ピックアップ装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、光ピックアップ装置及び光学素子並びに対物レンズに関し、特に透明基板の厚さが異なる2つの光情報記録媒体に情報記録及び／又は透明基板の厚さが異なる2つの光情報記録媒体に情報再生の可能な光ピックアップ装置及びそれに用いる光学素子並びに対物レンズに関する。

【0002】

【従来の技術】 近年、短波長赤色半導体レーザ実用化に伴い、従来の光ディスクすなわち光情報記録媒体である

CD（コンパクトディスク）と同程度の大きさで大容量化させた高密度の光ディスクであるDVD（デジタルビデオディスク）の開発が進んでいる。このような光ディスクなどを媒体とした光情報記録再生装置の光学系において、記録信号の高密度化を図るため、対物レンズが記録媒体上に集光するスポットを小さくすることが要求されている。このため、光源であるレーザの短波長化と対物レンズの高NA化とが図られているという実情がある。

【0003】 例えば、DVDに対して情報の記録及び／又は再生を行う光ピックアップ装置においては、635nmの短波長半導体レーザを光源として使用したとき、かかるレーザ光を集光させる対物レンズの光ディスク側の開口数NAを約0.6としている。なお、CD、DVDの中にも、種々の規格の光ディスク、例えばCD-R（追記型コンパクトディスク）等があり、CD、DVDの他にもMD（ミニディスク）なども商品化されて普及している。

【0004】 一方、CD-Rに対して情報の記録及び／又は再生を行う光ピックアップ装置においては、波長 λ =780nmである光源が必要になるが、他の光ディスクにおいては、特定の光源波長以外の波長の光源を使用することができ、かかる場合、使用する光源波長 λ に応じて必要開口数NAが変わるようになっている。例えば、CDの場合は必要開口数NA= λ （ μ m）／1.73、DVDの場合は必要開口数NA= λ （ μ m）／1.06で近似される。本明細書でいう開口数は、光ディスク側から見た集光光学系の開口数のことであり、必要開口数とは光ディスクの記録面上で要求されるスポットサイズdと使用波長 λ とから算出される開口数であり、一般的にはNA=0.83 \times λ ÷dである。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 このように市場には透明基板厚さ、記録密度、使用波長などが異なる様々な光ディスクが存在するが、個々の光ディスクに対して、情報の記録及び／又は再生を行うことができる専用の情報記録再生装置を購入することはユーザーにとって大きな負担となる。そこで、様々な光ディスクに対応できる互換性のある光ピックアップ装置を備えた情報記録再生装置が提案されている。

【0006】 このような光ピックアップ装置においては、波長の異なる光束を、厚さの異なる基板に入射させたとき、球面収差を所定量以下に補正する必要があると共に、情報の書き込み読み取りを適切なものとすべく、各光束のスポット径も所定の範囲内に収める必要がある。

【0007】 これに対し、異なる光ディスクそれぞれに対応した別個の集光光学系を備え、再生する光ディスクにより集光光学系を切り換えるようにした光ピックアップ装置が提案されている。かかる光ピックアップ装置に

よれば、波長の異なる光束を、厚さの異なる基板に入射させたとき、球面収差を所定量以下に補正でき、各光束のスポット径も所定の範囲内に収めることができる。しかしながら、この光ピックアップ装置では、集光光学系が複数必要となるため構成が複雑となり、高コスト化を招くため好ましくない。

【0008】本発明は、少ない数の光学素子又は対物レンズを使用しているにも関わらず、厚みの異なる情報記録媒体に対して情報の記録及び／又は再生（以下、単位記録再生ともいう）を可能とする光ピックアップ装置及びそれに用いる対物レンズ並びに光学素子を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】請求項1に記載の、光学素子は、光ピックアップ装置に使用可能な光学素子において、少なくとも一つの面が、回折輪帯をもつ回折面であり、前記回折面の光路差関数を $\phi(h)$ とするととき（ h は光軸からの距離）、所定距離 h の箇所では $d\phi(h)/dh$ が不連続または実質的に不連続となることを特徴とする。

【0010】厚さの異なる複数種の光情報記録媒体に対して、情報の記録再生を行う光ピックアップ装置の光学系において、開口数 NA が小さい側の使用状態で所定開口数の外側の光束をフレアとすれば、小さい開口数 NA のための開口制限を用いずとも、ビーム径が絞られ過ぎることがなく、比較的大きなスポット径を得ることができる。そこで、本発明の如く回折輪帯を設けた光学素子を用いることにより、厚さの異なる複数種の光情報記録媒体に対して、情報の記録再生を行う光ピックアップ装置を提供することが可能となる。

【0011】尚、かかるフレアは、所定開口数の外側で十分に大きなフレアであることが望ましく、フレア量が不十分だと、情報記録又は再生のために必要な部分のスポットに悪影響を与える。これに対し、本発明によれば、開口数 NA が小さい側の使用状態で、所定開口数の外側の球面収差を十分に大きなフレアとすることができる。すなわち、 NA が小さい側の使用状態で球面収差を実質的に不連続とし、所定開口数の内側では良好に絞られたスポットを得、その外側の光束は大きなフレアとなって記録再生のために必要なスポットに影響を与えないようにしている。

【0012】光路差関数 $\phi(h)$ は基準波長の1次回折光に対し回折面によって付加される光路差をあらわすものとし、光路差関数の値が $m\lambda$ （ m は回折次数）変わると回折輪帯を設ける。基準波長は回折効率が最大となる波長とする。

【0013】ここで、光軸からのある距離 h の箇所では $d\phi(h)/dh$ が実質的に不連続とは、 $d\phi(h)/dh$ が連続関数であったとしても、光路差関数から回折輪帯のピッチを求めた時に、回折輪帯のピッチが急激に変

わっている状態をいい、好ましくは、 $|d^2\phi(h)/dh^2|$ が0.20以上を満たす程度に十分大きいものである。

【0014】本明細書中、光学素子とは、レンズ、プリズム、ミラー、平行平板などをいう。又、輪帯（回折輪帯）は、光軸方向と平行な断面で回折形状を見たときに、ここでは段（ステップ）から段（ステップ）からまでを一つの輪帯とみなす。

【0015】請求項2に記載の光学素子は、前記所定距離 h の内側に形成された輪帯のうち最も外側の輪帯における光軸に垂直方向の幅は、前記最も外側の輪帯に隣接し、かつ前記所定距離 h の外側に形成された輪帯における光軸に垂直方向の幅より小さいことを特徴とする。

【0016】図9は、回折輪帯を設けた光学素子としてのレンズの例を示す模式図である。図9においては、回折輪帯のピッチ及び段差は、理解しやすいように実際よりも大きく描かれ、その数も、理解しやすいように少なく描かれている。

【0017】図9に示すレンズ3の左方の光学面は、光軸 X からの距離を h として光路差関数を $\phi(h)$ で表したとき、所定距離 h の箇所では前記光路差関数 $\phi(h)$ を微分した関数 $d\phi(h)/dh$ が不連続または実質的に不連続となる点 H を有している。点 H の内側の面には、母非球面 B に沿うような形で、回折輪帯3a～3fが漸次ピッチ（光軸に直角な方向の幅）を減少するようにして設けられ、変曲点 H の外側の面には、母非球面 B に沿うような形で、回折輪帯3g～3iが漸次ピッチを減少するようにして設けられている。又、母非球面 B も点 H において折れ曲がる、または実質的に折れ曲がる形状である。

【0018】ここで、点 H を境にして、回折輪帯のピッチが変わる。より具体的には、回折輪帯3a～3fまでは漸次ピッチが減少するが、点 H の内側における、その点 H に最も近い回折輪帯3fのピッチ $P1$ は、回折輪帯3fに接し、かつ点 H の外側の回折輪帯3gのピッチ $P2$ よりも、小さくなっている。このようにすれば、点 H の外側を通過する所定の波長の光を、効果的にフレア光に変換させることができる。

【0019】請求項3に記載の光学素子は、前記光学素子を介して、透明基板厚 $t2$ の光情報記録媒体に対し、所定の物体距離にある波長 $\lambda2$ の光源から光を照射した場合、前記所定距離 h 以下の開口数 NA では、波面収差が $0.07\lambda2rms$ 以下であり、前記所定距離 h の内側を通過する光線の球面収差は、前記所定距離 h の外側を通過する光線の球面収差に対して、 $10\lambda2\sim100\lambda2$ 小さいことを特徴とする。

【0020】このように、前記所定距離 h の内側を通過する光線の球面収差が、前記所定距離 h の外側を通過する光線の球面収差に対して、 $10\lambda2\sim100\lambda2$ 小さければ、前記所定距離 h の外側を通過する光線はフレア

と見なせ、小さい開口数NAのための開口制限を用いずとも、ビーム径が絞られ過ぎることがなく、比較的大きなスポット径を得ることができるため好ましい。

【0021】請求項4に記載の光学素子は、少なくとも*

$$1. \quad 2 \leq p_{i+1} / p_i \leq 10$$

)

ただし、 p_i ：光軸から周辺方向に数えてi番目の回折輪帯の、光軸に垂直な方向の幅

【0022】請求項5に記載の光学素子は、光ピックアップ装置に使用可能な光学素子において、少なくとも一※10

$$1. \quad 2 \leq p_{i+1} / p_i \leq 10$$

ただし、 p_i ：光軸から周辺方向に数えてi番目の回折輪帯の、光軸に垂直な方向の幅

【0023】尚、上述のi番目の回折輪帯としては、光軸上の輪帯を1としたとき、第14番目～第22番目の輪帯であることが望ましい。

【0024】請求項4、5の本発明によれば、開口数NAが小さい側の使用状態で、所定開口数の外側の球面収差を十分に大きなフレアとすることができる。すなわち、NAが小さい側の使用状態で球面収差を実質的に不連続とし、所定開口数の内側では良好に絞られたスポツ★

$$22 \leq m \leq 32$$

をみたすことを特徴とする。ただし、回折輪帯の番号は光軸上の輪帯を1とし、順に外側に数える。

【0026】請求項7に記載の光学素子は、光ピックアップ☆

$$22 \leq m \leq 32$$

をみたすことを特徴とする。ただし、回折輪帯の番号は光軸上の輪帯を1とし、順に外側に数える。

【0027】請求項8に記載の光学素子は、前記光線が、波長630～665nmの範囲内で、略平行な光束30で前記光学素子に入射されることを特徴とする。

【0028】請求項7、8の本発明によれば、番号mが式(2)の下限值以上であれば、光情報記録媒体(例えばCDとDVD等)の基板厚さに起因して生じる球面収差の補正を十分に行え、一方、番号mが式(2)の上限値以下であれば、回折効率の良いレンズを作りやすいという利点がある。

【0029】請求項9に記載の光学素子は、対物レンズであることを特徴とするものである。

【0030】請求項10に記載の対物レンズは、波長の異なる光源からの光束を光情報記録媒体の記録面に集光するための対物レンズを含む集光光学系と、前記記録面からの反射光を検出するための受光手段とを有し、透明基板厚さが互いに異なる少なくとも2つの第1及び第2の光情報記録媒体に対して、情報の記録または再生が可能な光ピックアップ装置に使用可能な対物レンズであっ◆

$$10 \mu m \leq w_2 \leq 50 \mu m$$

$$20 \mu m \leq w_1 - w_2 \leq 110 \mu m$$

を満たすことを特徴とする。

【0032】径 w_2 が式(3)の下限以上であれば、透50

*一つの面が、回折輪帯をもつ回折面であり、前記少なくとも一つの回折面の、光軸から周辺方向に数えて、あるi番目の回折輪帯が次式を満たすことを特徴とする。

(1)

※つの面が、回折輪帯をもつ回折面であり、前記少なくとも一つの回折面の、光軸から周辺方向に数えて、あるi番目の回折輪帯が次式を満たすことを特徴とする。

(1)

★トを得、その外側の光束は大きなフレアとなって記録再生のために必要な部分のスポットに影響を与えないようにしている。値 p_{i+1} / p_i が、式(1)の下限值以上であれば、十分なフレアを得ることができる。一方、値 p_{i+1} / p_i が、式(1)の上限値以下であれば、輪帯ピッチが小さすぎることがなく、回折面の製造が容易となる。

【0025】請求項6に記載の光学素子は、光ピックアップ装置に使用可能な光学素子において、NA0.60の光線が通る前記回折面の回折輪帯の番号mが、

(2)

☆ップ装置に使用可能な光学素子において、少なくとも一つの面が、回折輪帯を持つ回折面であり、NA0.60の光線が通る前記回折面の回折輪帯の番号mが、

(2)

◆て、互いに異なる2つの波長を λ_1 、 λ_2 ($\lambda_1 < \lambda_2$)とし、互いに異なる2つの光情報記録媒体の透明基板の厚さを t_1 、 t_2 ($t_1 < t_2$)とし、波長 λ_1 の光束により、透明基板の厚さ t_1 の光情報記録媒体に記録または再生を行うのに必要な像側の必要開口数をNA1とし、波長 λ_2 の光束により、透明基板の厚さ t_2 の光情報記録媒体に記録または再生を行うのに必要な像側の必要開口数をNA2 ($NA_1 \geq NA_2$)とした時、波長 λ_1 と透明基板の厚さ t_1 と必要開口数NA1の組み合わせに対して、波面収差が $0.07 \lambda_1 \text{ rms}$ 以下であり、かつ、波長 λ_2 と透明基板の厚さ t_2 と必要開口数NA2の組み合わせに対して、波面収差が $0.07 \lambda_2 \text{ rms}$ 以下であり、かつ、波長 λ_2 と透明基板の厚さ t_2 の組み合わせに対して必要開口数NA2以上の光束をフレアにすることを特徴とする。

【0031】請求項11に記載の対物レンズは、前記対物レンズを介して、透明基板厚 t_2 の光情報記録媒体に対し、所定の物体距離にある波長 λ_2 の光源から光を照射した場合、開口数NA2以上NA1以下の光束が、情報記録面上では径 w_2 以上 w_1 以下の範囲に分布し、

(3)

(4)

明基板厚 t_2 の光情報記録媒体に対し、開口数NA2の理想的なレンズと同等のビーム径を得ることができ、N

A2以上の光束はフレアとなって、情報の書き込み及び／又は読み取りに悪影響を与える恐れが少ない。

【0033】値(w1-w2)が式(4)の下限以上であれば、透明基板厚t2の光情報記録媒体に対し、開口数NA2以上の光束が広範囲なフレアとなって、良好なフォーカス信号を得ることができる。

【0034】径W2が式(3)の上限以下である場合、及び値(w1-w2)が式(4)の上限以下である場合、プラスチックレンズからなる対物レンズの場合、温度変化による屈折率変化による球面収差の劣化を、温度変化に伴う半導体レーザの発振波長の変化を利用した回折面による球面収差変化によって、ある程度補償することができる。開口数NA2以上の光束に対してフレアを大きくすることは、基板厚さによる球面収差を補正する回折の作用が弱くなることに相当し、温度変化による球面収差の劣化を補償する上記の効果を損ねてしまうので、フレアを大きくしすぎるのは好ましくない。

【0035】請求項12に記載の対物レンズは、少なくとも一つの面が、回折輪帯をもつ回折面であり、前記回折面の光路差関数を $\phi(h)$ とするとき(hは光軸から20の距離)、所定距離hの箇所 $d\phi(h)/dh$ が不連*

$$1.2 \leq p_m / p_i \leq 1.0$$

ただし、 p_i ：光軸から周辺方向に数えてi番目の回折輪帯の、光軸に垂直な方向の幅

【0039】請求項16に記載の対物レンズは、NA ※
2.2 ≤ m ≤ 3.2

をみたすことを特徴とする。

【0040】請求項17に記載の対物レンズは、前記波長λ1が、630～665nmの範囲にあり、好ましくは635nm又は650nmであり、前記波長λ2は、30750～810nmの範囲にあり、好ましくは780nmであり、前記厚さt1は、0.6mmであり、前記厚さt2は、1.2mmであるので、DVDとCDの双方に対して情報の記録及び／又は再生可能な光ピックアップ装置に好適である。

【0041】請求項18に記載の対物レンズは、前記第1の光情報記録媒体がDVDであり、前記第2の光情報記録媒体がCDであるので、DVDとCDの双方に対して情報の記録及び／又は再生可能な光ピックアップ装置に好適な対物レンズを提供できる。

【0042】請求項19に記載の光ピックアップ装置は、波長の異なる光源からの光束を光情報記録媒体の記録面に集光するための対物レンズを含む集光光学系と、前記記録面からの反射光を検出するための受光手段とを有し、透明基板厚さが互いに異なる少なくとも2つの第1及び第2の光情報記録媒体に対して、情報の記録または再生が可能な光ピックアップ装置であって、互いに異なる2つの波長をλ1、λ2(λ1<λ2)とし、互いに異なる2つの光情報記録媒体の透明基板の厚さをt1、t2(t1<t2)とし、波長λ1の光束により、50

* 続または実質的に不連続な関数であることを特徴とする。

【0036】請求項13に記載の対物レンズは、前記所定距離hの内側に形成された輪帯のうち最も外側の輪帯における光軸に垂直方向の幅は、前記最も外側の輪帯に隣接し、かつ前記所定距離hの外側に形成された輪帯における光軸に垂直方向の幅より小さいことを特徴とする。

【0037】請求項14に記載の対物レンズは、前記対物レンズを介して、透明基板厚t2の光情報記録媒体に対し、所定の物体距離にある波長λ2の光源から光を照射した場合、前記所定距離h以下の開口数NAでは、波面収差が0.07λ2rms以下であり、前記所定距離hの内側を通過する光線の球面収差は、前記所定距離hの外側を通過する光線の球面収差に対して、10λ2～100λ2小さいことを特徴とする。

【0038】請求項15に記載の対物レンズは、少なくとも一つの面が、回折輪帯をもつ回折面であり、前記少なくとも一つの回折面の、光軸から周辺方向に数えて、あるi番目の回折輪帯が次式を満たすことを特徴とする。

$$(1)$$

※ 0.60の光線が通る前記回折面の回折輪帯の番号mが、

$$(2)$$

透明基板の厚さt1の光情報記録媒体に記録または再生を行うのに必要な像側の必要開口数をNA1とし、波長λ2の光束により、透明基板の厚さt2の光情報記録媒体に記録または再生を行うのに必要な像側の必要開口数をNA2(NA1 ≥ NA2)とした時、波長λ1と透明基板の厚さt1と必要開口数NA1の組み合わせに対して、波面収差が0.07λ1rms以下であり、かつ、波長λ2と透明基板の厚さt2と必要開口数NA2の組み合わせに対して、波面収差が0.07λ2rms以下であり、かつ、波長λ2と透明基板の厚さt2の組み合わせに対して必要開口数NA2以上の光束をフレアにすることを特徴とする。

【0043】厚さの異なる複数種の光情報記録媒体に対して、情報の記録再生を行う光ピックアップ装置の光学系において、波長λ2と透明基板の厚さt2の組み合わせに対して必要開口数NA2以上の光束をフレアにすれば、開口制限を用いずとも、ビーム径が絞られ過ぎることがなく、比較的大きなスポット径を得ることができる。そこで、本発明の如く回折輪帯を設けた光学素子を用いることにより、厚さの異なる複数種の光情報記録媒体に対して、情報の記録再生を行う光ピックアップ装置を提供することが可能となる。

【0044】請求項20に記載の光ピックアップ装置は、前記対物レンズを介して、透明基板厚t2の光情報

記録媒体に対し、所定の物体距離にある波長 λ_2 の光源から光を照射した場合、開口数 NA_2 以上 NA_1 以下の*

$$10\mu m \leq w_2 \leq 50\mu m$$

$$20\mu m \leq w_1 - w_2 \leq 110\mu m$$

を満たすことを特徴とする。

【0045】請求項21に記載の光ピックアップ装置は、前記対物レンズの少なくとも一つの面が、回折輪帯をもつ回折面であり、前記回折面の光路差関数を ϕ

(h)とするとき(h は光軸からの距離)、所定距離 h の箇所で $d\phi(h)/dh$ が不連続または実質的に不連続な関数であることを特徴とする。

【0046】請求項22に記載の光ピックアップ装置は、前記対物レンズの少なくとも一つの面の回折輪帯において、前記所定距離 h の内側に形成された輪帯のうち最も外側の輪帯における光軸に垂直方向の幅は、前記最も外側の輪帯に隣接し、かつ前記所定距離 h の外側に形成された輪帯における光軸に垂直方向の幅より小さいことを特徴とする。

※

$$1. 2 \leq p_m / p_i \leq 10$$

ただし、 p_i ：光軸から周辺方向に数えて i 番目の回折輪帯の、光軸に垂直な方向の幅

【0049】請求項25に記載の光ピックアップ装置 ★

$$2.2 \leq m \leq 3.2$$

をみたすことを特徴とする。

【0050】請求項26に記載の光ピックアップ装置は、波長 λ_1 と透明基板の厚さ t_1 の組み合わせに対する対物レンズの物点と、波長 λ_2 と透明基板の厚さ t_2 の組み合わせに対する対物レンズの物点とが、光学的に等しい距離にあることを特徴とする。

【0051】請求項27に記載の光ピックアップ装置は、前記波長 λ_1 は、630～665nmの範囲にあり、好ましくは635nm又は650nmであり、前記波長 λ_2 は、750～810nmの範囲にあり、好ましくは780nmであり、前記厚さ t_1 は、0.6mmであり、前記厚さ t_2 は、1.2mmであることを特徴とする。

【0052】請求項28に記載の光ピックアップ装置は、前記第1の光情報記録媒体はDVDであり、前記第2の光情報記録媒体はCDであることを特徴とする。

【0053】請求項29に記載の対物レンズは、光ピックアップ装置に使用可能な対物レンズにおいて、少なくとも一つの面が、回折輪帯をもつ回折面であり、前記対物レンズを、開口数 NA が0.5～0.7の範囲における波長 λ_2 の光束が通過したときの球面収差量は、開口数 NA が0.5未満における波長 λ_2 の光束が通過したときの球面収差量よりも、 $10\lambda_2 \sim 100\lambda_2$ 以上大きいことを特徴とする。

【0054】このように、前記所定距離 h の内側を通過する光線の球面収差が、前記所定距離 h の外側を通過する光線の球面収差に対して、 $10\lambda_2 \sim 100\lambda_2$ 小

* 光束が、情報記録面上では径 w_2 以上 w_1 以下の範囲に分布し、

(3)

(4)

※【0047】請求項23に記載の光ピックアップ装置は、前記対物レンズを介して、透明基板厚 t_2 の光情報記録媒体に対し、所定の物体距離にある波長 λ_2 の光源から光を照射した場合、前記所定距離 h 以下の開口数 NA では、波面収差が $0.07\lambda_2$ 以下であり、前記所定距離 h の内側を通過する光線の球面収差は、前記所定距離 h の外側を通過する光線の球面収差に対して、 $10\lambda_2 \sim 100\lambda_2$ 小さいことを特徴とする。

【0048】請求項24に記載の光ピックアップ装置は、少なくとも一つの面が、回折輪帯をもつ回折面であり、前記少なくとも一つの回折面の、光軸から周辺方向に数えて、ある i 番目の回折輪帯が次式を満たすことを特徴とする。

(1)

20★は、 $NA_0.60$ の光線が通る前記回折面の回折輪帯の番号 m が、

(2)

ければ、前記所定距離 h の外側を通過する光線はフレアと見なせ、小さい開口数 NA のための開口制限を用いずとも、ビーム径が絞られ過ぎることがなく、比較的大きなスポット径を得ることができるため好ましい。

【0055】請求項30に記載の光ピックアップ装置は、透明基板の厚さが互いに異なる2つの光情報記録媒体に依り、異なる基準波長の光を照射することにより、前記光情報記録媒体の情報記録面に情報を記録及び／又は再生する光源と、前記光源からの光をそれぞれ透過して、前記光情報記録媒体に向かって出力する対物レンズとを有する光ピックアップ装置において、前記対物レンズの少なくとも一つの面が、回折輪帯をもつ回折面であり、前記対物レンズを、開口数 NA が0.5～0.7の範囲における所定の波長 λ_2 の光束が通過したときの球面収差量は、開口数 NA が0.5未満における前記所定の波長 λ_2 の光束が通過したときの球面収差量よりも、 $10\lambda_2 \sim 100\lambda_2$ 以上大きいことを特徴とする。

【0056】請求項31に記載の光ピックアップ装置は、波長 λ の光源と、前記光源からの光束を光情報記録媒体の記録面に集光するための対物レンズを含む集光光学系と、前記記録面からの反射光を検出するための受光面を有する受光手段とを有し、光情報記録媒体に対して情報の記録または再生が可能な光ピックアップ装置に使用可能な対物レンズであって、前記対物レンズは、少なくとも一面に回折面を有し、開口数 NA が0.5未満の波長 λ の光束が通過したときに、前記光情報記録媒体か

ら反射した光束は、前記受光手段の受光面内に含まれるように、前記受光手段に向かって照射され、開口数NAが0.5以上の波長 λ の光束が通過したときに、前記光情報記録媒体から反射した光束は、前記受光手段の受光面を除く周囲に照射されることを特徴とする。

【0057】光ピックアップ装置に使われる受光手段に関して、レーザ光源と受光手段がユニット化されたモジュールを使用する場合と、レーザ光源と受光手段とを別に設ける場合がある。前者を一体型受光手段と、後者を別体型受光手段と呼ぶこととする。図8(a)は一体型受光手段の受光面を示し、図8(b)は別体型受光手段の受光面を示す模式図である。図8(b)において、通常ほぼ3個の矩形状の受光面から構成されている受光手段の受光面は、中央受光面CSと、その両側に配置された一対の周辺受光面PSとを有している。中央受光面CSは、記録信号の書き込み及び／又は読み取りエラーが生じていないか検出する機能を有し、周辺受光面PSは、トラッキングエラーが生じていないか検出する機能を有する。

【0058】本発明においては、DVD及びCDの2つの光情報記録媒体のうち、必要開口数の小さい光情報記録媒体、すなわちCDに対して、開口数NAが0.5以上の波長 λ の光束が前記対物レンズを通過したときに、回折面によりフレアが形成されるようになっている。図8(b)に示すように、開口数NAが0.5未満の波長 λ の光束は、中央受光面CSの中央にスポットを形成するが、開口数NAが0.5以上の波長 λ の光束は、内径 $\phi 1$ のフレア光となって照射される。このときに、内径 $\phi 1$ が十分大きく、中央受光面CSを完全に内包するようであれば、開口数NAが0.5以上の波長 λ の光束が周辺受光面PSのみに照射されることとなり、本発明でいう受光面としての中央受光面CSにおいて不要な光が検出されることが防止され、誤検出を防止することが出来る。

【0059】更に、フレア光の内径を $\phi 1$ より大きな $\phi 2$ とし、周辺受光面PSまでを完全に内包するようであれば、開口数NAが0.5以上の波長 λ の光束は、本発明でいう受光面としての中央受光面CS及び周辺受光面PSにおいて不要な光が検出されることが防止され、誤検出を防止することが出来る。

【0060】請求項32に記載の対物レンズの如く、前記受光手段が、1個ないし3個のほぼ矩形状の受光面を有している場合、開口数NAが0.5以上の波長 λ の光束の光情報記録面上でのスポット径は $5\mu\text{m}$ 以上であれば、別体型受光手段において、中央受光面CSに不要な光が入りづらくなり、誤検出を防止することが出来る。

【0061】請求項33に記載の対物レンズのごとく、前記受光手段が、略一直線上に並べた3個の矩形状の受光面を有し、開口数NAが0.5以上の波長 λ の光束の光情報記録面上でのスポット径は $25\mu\text{m}$ 以上であれば、別体型

受光手段において、さらに周辺受光面PSに不要な光が入りづらくなり、誤検出を更に防止できる。

【0062】請求項34に記載の対物レンズは、波長 λ の光源と、前記光源からの光束を光情報記録媒体の記録面に集光するための対物レンズを含む集光光学系と、前記記録面からの反射光を検出するための、中央受光面と周辺受光面とを有する受光手段とを有し、光情報記録媒体に対して情報の記録または再生が可能な光ピックアップ装置に使用可能な対物レンズであって、前記対物レンズは、少なくとも一面に回折面を有し、開口数NAが0.5以上の波長 λ の光束が通過したときに、前記光情報記録媒体から反射した光束は、前記周辺受光面のみに含むように、前記受光手段に向かって照射されることを特徴とする。

【0063】図8(a)に示すように、一体型受光手段は、少なくとも2個以上、通常は4個以上のストライプ状の受光面から成り立っている。開口数NAが0.5未満の波長 λ の光束は、中央受光面群CSの間にスポットを形成するが、開口数NAが0.5以上の波長 λ の光束は、内径 $\phi 1$ のフレア光となって照射される。このときに、内径 $\phi 1$ が十分大きく、中央受光面群CSを完全に内包するようであれば、開口数NAが0.5以上の波長 λ の光束が周辺受光面PSのみに照射されることとなり、本発明でいう受光面としての中央受光面群CSにおいて不要な光が検出されることが防止され、誤検出を防止することが出来る。

【0064】請求項35に記載の対物レンズの如く、少なくとも2個のストライプ状の受光面を有し、開口数NAが0.5以上の波長 λ の光束の光情報記録面上でのスポット径は $20\mu\text{m}$ 以上であれば、一体型受光手段において、中央受光面CSに不要な光が入りづらくなり、誤検出を防止することが出来る。

【0065】更に、請求項36に記載の対物レンズの如く、少なくとも4個のストライプ状の受光面を有し、開口数NAが0.5以上の波長 λ の光束の光情報記録面上でのスポット径は $50\mu\text{m}$ 以上であれば、一体型受光手段において、さらに周辺受光面PSに不要な光が入りづらくなり、誤検出を更に防止できる。

【0066】請求項37に記載の光ピックアップ装置は、波長 λ の光源と、前記光源からの光束を光情報記録媒体の記録面に集光するための対物レンズを含む集光光学系と、前記記録面からの反射光を検出するための受光面を有する受光手段とを有し、光情報記録媒体に対して情報の記録または再生が可能な光ピックアップ装置であって、前記対物レンズは、少なくとも一面に回折面を有し、開口数NAが0.5未満の波長 λ の光束が通過したときに、前記光情報記録媒体から反射した光束は、前記受光手段の受光面内に含まれるように、前記受光手段に向かって照射され、開口数NAが0.5以上の波長 λ の光束が通過したときに、前記光情報記録媒体から反射し

た光束は、前記受光手段の受光面を除く周囲に照射されることを特徴とする。

【0067】請求項38に記載の光ピックアップ装置は、前記受光手段が、1個ないし3個のほぼ矩形の受光面を有している場合、開口数NAが0.5以上の光束の光情報記録面上でのスポット径は $5\mu\text{m}$ 以上であれば、別体型受光手段において、中央受光面CSに不要な光が入りづらくなり、誤検出を防止することが出来る。

【0068】請求項39に記載の光ピックアップ装置は、前記受光手段が、略一直線上に並べた3個の矩形の受光面を有し、開口数NAが0.5以上の光束の光情報記録面上でのスポット径は $25\mu\text{m}$ 以上であれば、別体型受光手段において、さらに周辺受光面PSに不要な光が入りづらくなり、誤検出を更に防止できる。

【0069】請求項40に記載の光ピックアップ装置は、波長 λ の光源と、前記光源からの光束を光情報記録媒体の記録面に集光するための対物レンズを含む集光光学系と、前記記録面からの反射光を検出するための、中央受光面と周辺受光面とを有する受光手段とを有し、光情報記録媒体に対して情報の記録または再生が可能な光ピックアップ装置であって、前記対物レンズは、少なくとも一面に回折面を有し、開口数NAが0.5以上の波長 λ の光束が通過したときに、前記光情報記録媒体から反射した光束は、前記周辺受光面のみを含むように、前記受光手段に向かって照射されることを特徴とする。

【0070】請求項41に記載の光ピックアップ装置は、少なくとも2個のストライプ状の受光面を有し、開口数NAが0.5以上の光束の光情報記録面上でのスポット径は $20\mu\text{m}$ 以上であれば、一体型受光手段において、中央受光面CSに不要な光が入りづらくなり、誤検出を防止することが出来る。

【0071】請求項42に記載の光ピックアップ装置は、少なくとも4個のストライプ状の受光面を有し、開口数NAが0.5以上の光束の光情報記録面上でのスポット径は $50\mu\text{m}$ 以上であれば、一体型受光手段において、さらに周辺受光面PSに不要な光が入りづらくなり、誤検出を更に防止できる。

【0072】本明細書中で用いる回折パターン（又は回折面）とは、光学素子の表面、例えばレンズの表面に、レリーフを設けて、回折によって光束を集光あるいは発散させる作用を持たせた形態（又は面）のことをいい、一つの光学面に回折を生じる領域と生じない領域がある場合は、回折を生じる領域をいう。レリーフの形状としては、例えば、光学素子の表面に、光軸を中心とする略同心円状の輪帯として形成され、光軸を含む平面でその断面をみれば各輪帯は鋸歯のような形状が知られているが、そのような形状を含むものである。

【0073】本明細書中において、対物レンズとは、狭義には光ピックアップ装置に光情報記録媒体を装填した状態において、最も光情報記録媒体側の位置で、これと

対向すべく配置される集光作用を有するレンズを指し、広義にはそのレンズと共に、アクチュエータによって少なくともその光軸方向に作動可能なレンズ群を指すものとする。ここで、かかるレンズ群とは、少なくとも1枚以上（例えば2枚）のレンズを指すものである。従って、本明細書中において、対物レンズの光情報記録媒体側の開口数NAとは、対物レンズの最も光情報記録媒体側に位置するレンズ面の開口数NAを指すものである。また、本明細書中では開口数NAは、それぞれの光情報記録媒体の規格で規定されている開口数、あるいはそれぞれの光情報記録媒体に対して、使用する光源の波長に応じ、情報の記録または再生をするために必要なスポット径を得ることができる回折限界性能の対物レンズの開口数を示す。

【0074】本明細書中において、光情報記録媒体（光ディスク）としては、例えば、CD-R、CD-RW、CD-Video、CD-ROM等の各種CD、DVD-ROM、DVD-RAM、DVD-R、DVD-RW、DVD-Video等の各種DVD、或いはMD等のディスク状の現在の光情報記録媒体および次世代の記録媒体なども含まれる。多くの光情報記録媒体の情報記録面上には透明基板が存在する。しかしながら、透明基板の厚さが殆どゼロに近いもの、あるいは透明基板が全くないものも存在もしくは提案されている。説明の都合上、本明細書中「透明基板を介して」と記載することがあるが、かかる透明基板は厚さがゼロである、すなわち透明基板が全くない場合も含むものである。

【0075】本明細書中において、情報の記録および再生とは、上記のような情報記録媒体の情報記録面上に情報を記録すること、情報記録面上に記録された情報を再生することをいう。本発明の光ピックアップ装置は、記録だけ或いは再生だけを行うために用いられるものであってもよいし、記録および再生の両方を行うために用いられるものであってもよい。また、或る情報記録媒体に対しては記録を行い、別の情報記録媒体に対しては再生を行うために用いられるものであってもよいし、或る情報記録媒体に対しては記録または再生を行い、別の情報記録媒体に対しては記録及び再生を行うために用いられるものであってもよい。なお、ここでいう再生とは、単に情報を読み取ることを含むものである。

【0076】本発明の光ピックアップ装置は、各種のプレーヤまたはドライブ等、あるいはそれらを組み込んだAV機器、パソコン、その他の情報端末等の音声および／または画像の記録および／または再生装置に搭載することができる。

【0077】

【発明の実施の形態】以下、本発明の好適な実施の形態について、図面を参照しつつ説明する。回折面は回折レリーフをはずしたマクロ的な形状を示す母非球面と、光路差関数とで表す。光路差関数は、基準波長の1次回折光に対し回折面によって付加される光路差をあらわすも

のとし、光路差関数の値が $m\lambda$ (m は回折次数) 変わると共に回折輪帯を設ける。

【0078】本発明の実施例では、回折面の母非球面および光路差関数を、光軸からの距離 h を境界として、その内側(光軸側)と外側(周辺側)とでそれぞれ別の*

$$\Phi(h) = b_0 + b_2 * h^2 + b_4 * h^4 + b_6 * h^6 + \dots \quad (5)$$

ただし、 h : 光軸からの距離

$b_0, b_2, b_4, b_6, \dots$: 光路差関数の係数 ※

$$x = (h^2/r) / (1 + \sqrt{(1 + k)(h^2/r^2)}) + A_0 + A_2 * h^2 + A_4 * h^4 + A_6 * h^6 + \dots \quad (6)$$

ただし、

$A_0, A_2, A_4, A_6, \dots$: 非球面係数

k : 円錐係数

r : 近軸曲率半径

r, d, n, v_d はレンズの曲率半径、面間隔、基準波長での屈折率、アッペ数を表す。

【0081】上記の定義を基にした場合、光路差関数の2次係数を零でない値とすることにより、レンズにパワーを持たせることができる。また、光路差関数の2次以外の係数、例えば、4次係数、6次係数、8次係数、10次係数等を零でない値とすることにより、球面収差を制御することができる。尚、ここで、制御するということは、屈折パワーを有する部分が持つ球面収差を、逆の球面収差を発生させて補正したり、全体の球面収差を所望な値にすることを意味する。

【0082】図1は、本実施の形態にかかる光ピックアップ装置の概略構成図である。図1において、第1の光情報記録媒体(光ディスク、例えばCD)に対して記録および/または再生を行う第1光源11と、第2の光情報記録媒体(光ディスク、例えばDVD)に対して記録および/または再生を行う第1光源11とは波長の異なる第2光源12とを備え、それぞれの光源から射出される発散光束の発散角を所望の発散角に変換するカップリングレンズ21、22と、上記光束をほぼ一つの方向に進むように合成する光合成手段であるビームスプリッタ62と、ビームスプリッタ62からの光束を光情報記録媒体の情報記録面5に集光する対物レンズ3と、光情報記録媒体からの反射光を受光する受光手段としての光検出器41、42とを備えている。図中、8は絞り、9はシリンドリカルレンズ、71、72は1/4波長板、15は光源11からの発散光速の発散度を小さくするためのカップリングレンズ、16は凹レンズ、17は反射光

* 関数で表す。

【0079】このとき母非球面および光路差関数が、境界 h_b で実質的に連続とするために、外側の母非面および外側の光路差関数には定数項を設けた。光路差関数の

(h)は次式で表す。

※【0080】一方、非球面は次式で表す。

束を分離するためのホログラムである。対物レンズ3は、後述の実施例1~3を用いる。

【0083】第1光源11は波長 $\lambda_1 = 635$ 又は 650 nm程度のレーザ光を射出し、このとき透明基板厚 $t_1 = 0.6$ mmの光情報記録媒体(DVD)に対して記録および/または再生を行うのに必要な対物レンズの開口数を $NA_1 = 0.6 \sim 0.65$ とする。第2光源12は波長 $\lambda_2 = 780$ nm程度のレーザ光を射出し、このとき透明基板厚 $t_2 = 1.2$ mmの光情報記録媒体(CD)に対して記録および/または再生を行うのに必要な対物レンズの開口数を $NA_2 = 0.5$ とする。

【0084】本実施の形態における2枚構成の高NA対物レンズで、厚みの異なる情報記録媒体に対応できる対物レンズを得るための、回折面の役割は、球面収差の補正であるが、球面収差の補正について、以下のようにする。

【0085】本実施例においては、透明基板の厚さ t_1 の記録媒体に対する物点の位置と、透明基板の厚さ t_2 の記録媒体に対する物点の位置とが等しくなっており、例えば対物レンズにはいずれもコリメートされた平行光が入射するので、回折面だけの作用によって基板厚の違いによる球面収差を補正する。本実施例では、透明基板の厚さ t_2 の記録媒体に対して必要な開口数 NA_2 の範囲まで球面収差を小さくし、開口数 NA_1 から開口数 NA_2 までの範囲は球面収差を大きくしている。

【0086】(実施例1) 図2は、実施例1の対物レンズの断面図であり、図3は、実施例1の対物レンズにおける球面収差図である。[表1]及び[表2]に、実施例1の対物レンズにおけるレンズデータを示す。

【0087】

【表1】

実施例1

光源波長 $\lambda = 655\text{ nm}$ のとき、
 焦点距離 $f = 3.30$ 、像側開口数 $NA = 0.65$
 光源波長 $\lambda = 785\text{ nm}$ のとき、
 焦点距離 $f = 3.32$ 、像側開口数 $NA = 0.65$ (所定開口数 $NA = 0.50$)

| 面No | R | d1 | d2 | n1 | n2 |
|------------------|----------|----------|-------|---------|---------|
| 物点 | ∞ | ∞ | | | |
| 1 (非球面1、 回折面) | | 2.162 | 2.162 | 1.54094 | 1.53716 |
| 2 (非球面2) | -8.64906 | 1.700 | 1.333 | | |
| 3 (カバーガラス) | ∞ | 0.6 | 1.2 | 1.57752 | 1.57063 |
| 4 | ∞ | | | | |

添字1は $\lambda = 655\text{ nm}$ のとき、添字2は $\lambda = 785\text{ nm}$ のときを表す。

【表2】

境界 $hb = 1.65$
 光路差関数の係数 (基準波長 655 nm)
 $h \leq hb$ のとき
 $b2 = -0.90137 \times 10^{-3}$
 $b4 = -0.12517 \times 10^{-2}$
 $b6 = 0.54827 \times 10^{-4}$
 $b8 = -0.76421 \times 10^{-4}$
 $b10 = 0.12314 \times 10^{-4}$

$h > hb$
 $b0 = -0.0793441$
 $b2 = 0.61855 \times 10^{-1}$
 $b4 = -0.17852 \times 10^{-2}$
 $b6 = 0.99951 \times 10^{-3}$
 $b8 = 0.23885 \times 10^{-3}$
 $b10 = -0.26822 \times 10^{-4}$

非球面係数

第1面

$h \leq hb$ のとき
 $R = 2.06562$
 $k = -2.1785$
 $A4 = 0.22441 \times 10^{-1}$
 $A6 = -0.20770 \times 10^{-2}$
 $A8 = 0.14338 \times 10^{-3}$
 $A10 = -0.12295 \times 10^{-4}$

$h > hb$ のとき
 $R = 1.52802$
 $k = -0.91976$
 $A0 = -0.13075$
 $A4 = -0.48823 \times 10^{-2}$
 $A6 = -0.64888 \times 10^{-2}$
 $A8 = 0.20045 \times 10^{-2}$
 $A10 = -0.15944 \times 10^{-3}$

非球面係数

第2面

$k = 11.484077$
 $A4 = 0.23249 \times 10^{-1}$
 $A6 = -0.12244 \times 10^{-1}$
 $A8 = 0.68099 \times 10^{-2}$
 $A10 = -0.22155 \times 10^{-2}$
 $A12 = 0.37295 \times 10^{-3}$
 $A14 = -0.25121 \times 10^{-4}$

【0088】(実施例2) 図4は、実施例2の対物レンズの断面図であり、図5は、実施例2の対物レンズにおける球面収差図である。[表3] 及び [表4] に、実施例2の対物レンズにおけるレンズデータを示す。

【0089】

【表3】

実施例2

光源波長 $\lambda = 655\text{ nm}$ のとき、
 焦点距離 $f = 3.30$ 、像側開口数 $NA = 0.60$
 光源波長 $\lambda = 785\text{ nm}$ のとき、
 焦点距離 $f = 3.32$ 、像側開口数 $NA = 0.60$ （所定開口数 $NA = 0.50$ ）

| 面No | R | d1 | d2 | n1 | n2 |
|-----------------|----------|----------|----------|---------|---------|
| 物点 | | ∞ | ∞ | | |
| 1（非球面1、 回折面） | | 2.181 | 2.181 | 1.54094 | 1.53716 |
| 2（非球面2） | -8.15641 | 1.700 | 1.323 | | |
| 3（カバーガラス） | ∞ | 0.6 | 1.2 | 1.57685 | 1.57063 |
| 4 | ∞ | | | | |

添字1は $\lambda = 655\text{ nm}$ のとき、添字2は $\lambda = 785\text{ nm}$ のときを表す。

【表4】

境界 $hb = 1.65$
 光路差関数の係数（基準波長 655 nm ）
 $h \leq hb$ のとき
 $b2 = -0.77691 \times 10^{-4}$
 $b4 = -0.16290 \times 10^{-2}$
 $b6 = 0.39401 \times 10^{-3}$
 $b8 = -0.20267 \times 10^{-4}$
 $b10 = 0.28756 \times 10^{-4}$
 $h > hb$
 $b0 = -0.0925447$
 $b2 = 0.70909 \times 10^{-1}$
 $b4 = -0.18427 \times 10^{-1}$
 $b6 = 0.52259 \times 10^{-3}$
 $b8 = 0.21840 \times 10^{-3}$
 $b10 = -0.49381 \times 10^{-5}$

非球面係数

第1面

$h \leq hb$ のとき
 $R = 2.08327$
 $k = -2.4485$
 $A4 = 0.24419 \times 10^{-1}$
 $A6 = -0.24902 \times 10^{-2}$
 $A8 = 0.14857 \times 10^{-3}$
 $A10 = 0.24122 \times 10^{-5}$

 $h > hb$ のとき

$R = 1.43101$
 $k = -0.95641$
 $A0 = -0.16212$
 $A4 = -0.85090 \times 10^{-2}$
 $A6 = -0.69174 \times 10^{-2}$
 $A8 = 0.19751 \times 10^{-2}$
 $A10 = -0.14154 \times 10^{-3}$

非球面係数

第2面

$k = 12.82817$
 $A4 = 0.22016 \times 10^{-1}$
 $A6 = -0.10662 \times 10^{-1}$
 $A8 = 0.61056 \times 10^{-2}$
 $A10 = -0.22180 \times 10^{-2}$
 $A12 = 0.42245 \times 10^{-3}$

【0090】図6は、実施例3の対物レンズの断面図であり、図7は、実施例3の対物レンズにおける球面収差図であり、図7（a）は、DVDの情報記録／再生条件における収差図で、図7（b）は、CDの情報記録／再生条件における収差図である。[表5]及び[表6]に、実施例3の対物レンズにおけるレンズデータを示す。

【0091】

【表5】

20

40

実施例 3

光源波長 $\lambda = 650 \text{ nm}$ のとき、焦点距離 $f = 3.36$ 、像側開口数 $NA = 0.63$ 光源波長 $\lambda = 780 \text{ nm}$ のとき、焦点距離 $f = 3.38$ 、像側開口数 $NA = 0.63$ (所定開口数 $NA = 0.50$)

| 面 No | R | d1 | d2 | n1 | n2 |
|------------------|----------|----------|----------|---------|---------|
| 物点 | | ∞ | ∞ | | |
| 1(非球面 1、 回折面) | | 2.20 | 2.20 | 1.54113 | 1.53728 |
| 2(非球面 2) | -8.52459 | 1.75 | 1.38 | | |
| 3(カバーガラ ス) | ∞ | 0.6 | 1.2 | 1.57084 | 1.57787 |
| 4 | ∞ | | | | |

添字 1 は $\lambda = 650 \text{ nm}$ のとき、添字 2 は $\lambda = 780 \text{ nm}$ のときを表す。

【表 6】

境界 $hb = 1.68$ 光路差関数の係数 (基準波長 710 nm) $h \leq hb$ のとき $b2 = 0$ $b4 = -0.14329 \times 10^{-2}$ $b6 = 0.13442 \times 10^{-3}$ $b8 = -0.66304 \times 10^{-4}$ $b10 = 0.56136 \times 10^{-5}$ $h > hb$ のとき $b0 = -0.1396 \times 10^{-3}$ $b2 = -0.17465 \times 10^{-2}$ $b4 = -0.13453 \times 10^{-2}$ $b6 = 0.32320 \times 10^{-3}$ $b8 = -0.56666 \times 10^{-4}$ $b10 = 0.34433 \times 10^{-5}$

非球面係数

第 1 面

 $h \leq hb$ のとき $k = -2.5093$ $A4 = 0.25830 \times 10^{-1}$ $A6 = -0.29872 \times 10^{-2}$ $A8 = 0.34107 \times 10^{-3}$ $A10 = -0.23030 \times 10^{-4}$ $h > hb$ のとき $k = -0.41071$ $A0 = 0.168 \times 10^{-3}$ $A4 = 0.13119 \times 10^{-1}$ $A6 = -0.66292 \times 10^{-2}$ $A8 = 0.13863 \times 10^{-2}$ $A10 = -0.12236 \times 10^{-3}$

非球面係数

第 2 面

 $k = 8.53682$ $A4 = 0.250210 \times 10^{-1}$ $A6 = -0.140613 \times 10^{-1}$ $A8 = 0.689092 \times 10^{-2}$ $A10 = -0.205553 \times 10^{-2}$ $A12 = 0.327714 \times 10^{-3}$ $A14 = -0.216581 \times 10^{-4}$

【0092】 [表 7] に、上述した各条件式を満足している実施例 1、2 及び 3 の各データを、まとめて示す。尚、表中において、例えば p_i は i 番目の輪帯におけるピッチを示す。

【表 7】

29

30

| | 実施例 1 | 実施例 2 | 実施例 3 |
|-----------------------|---------------|---------------|---------------|
| P_{i+1} | 80ミクロン (i=20) | 71ミクロン (i=20) | 37ミクロン (i=16) |
| P_i | 22ミクロン (i=20) | 22ミクロン (i=20) | 24ミクロン (i=16) |
| P_{i+1} / P_i | 3.6 | 3.2 | 1.5 |
| 全輪帯数 | 36 | 28 | 32 |
| NA0.60の光線が通る輪帯番号 | 29 | 28 | 28 |
| 波面収差 (λ rms) | | | |
| λ 1. t1. NA1 | 0.000 | 0.000 | 0.002 |
| λ 2. t2. NA2 | 0.015 | 0.015 | 0.015 |
| λ 2. t2. NA1 | (0.07 以上) | (0.07 以上) | (0.07 以上) |

【0093】

【発明の効果】本発明によると、少ない数の光学素子又は対物レンズを使用しているにも関わらず、厚みの異なる情報記録媒体に情報の記録再生を可能とする光ピックアップ装置及びそれに用いる対物レンズ並びに光学素子を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本実施の形態にかかる光ピックアップ装置の概略構成図である。

【図2】実施例1の対物レンズの断面図である。

【図3】実施例1の対物レンズにおける球面収差図である。

【図4】実施例2の対物レンズの断面図である。

【図5】実施例2の対物レンズにおける球面収差図である。

【図6】実施例3の対物レンズの断面図である。

【図7】実施例3の対物レンズにおける球面収差図である。

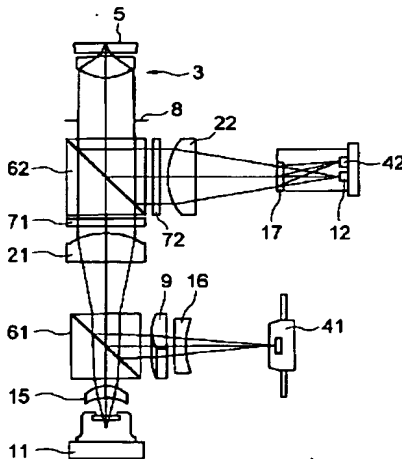
* 【図8】図8(a)は一体型受光手段の受光面を示し、図8(b)は別体型受光手段の受光面を示す模式図である。

【図9】回折輪帯を設けた光学素子としてのレンズの例を示す模式図である。

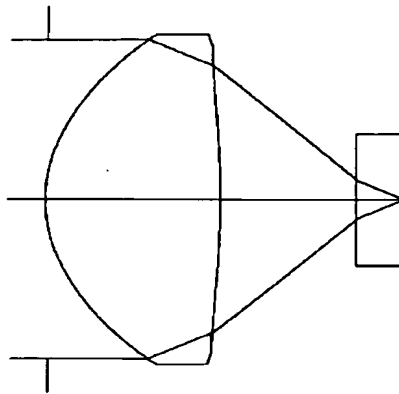
【符号の説明】

- 8 絞り
- 9 シリンドリカルレンズ
- 11 第1光源
- 12 第2光源
- 15 カップリングレンズ
- 16 凹レンズ
- 17 ホログラム
- 21、22 カップリングレンズ
- 41、42 光検出器
- 62 ビームスプリッタ
- 71、72 1/4波長板

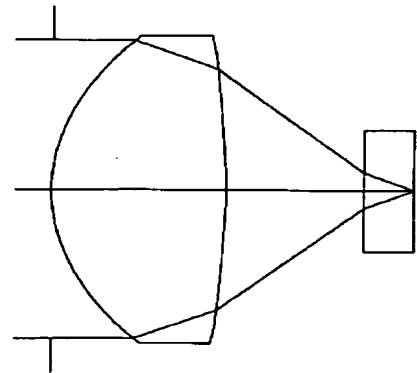
【図1】



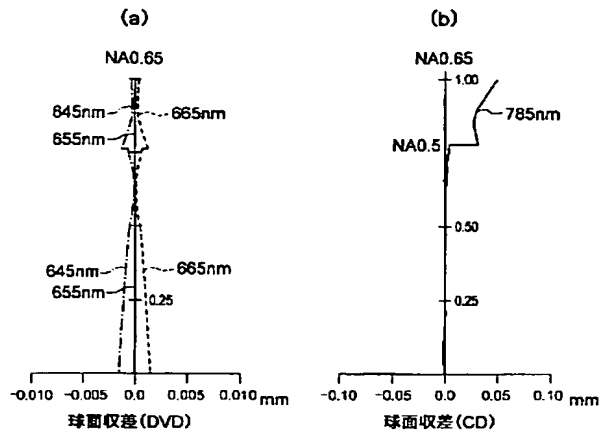
【図2】



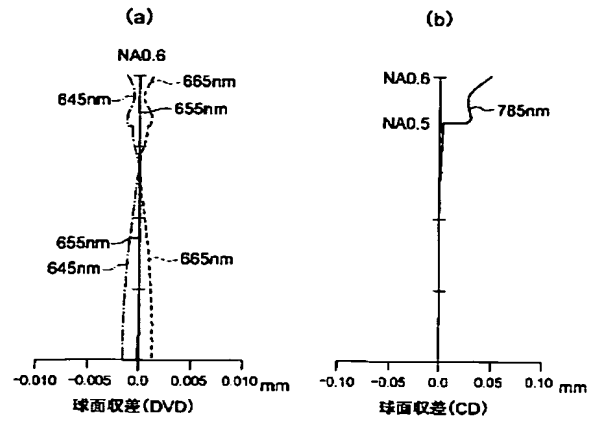
【図4】



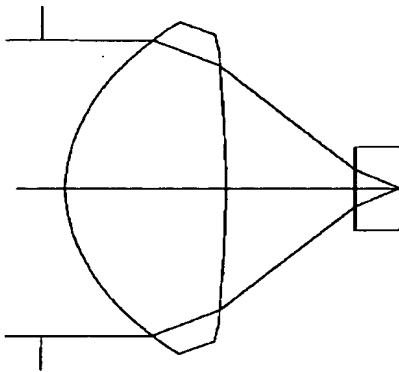
【図3】



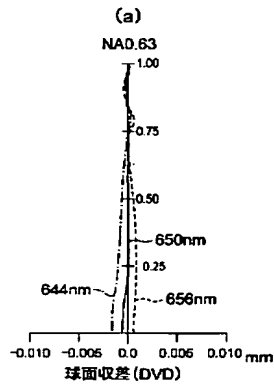
【図5】



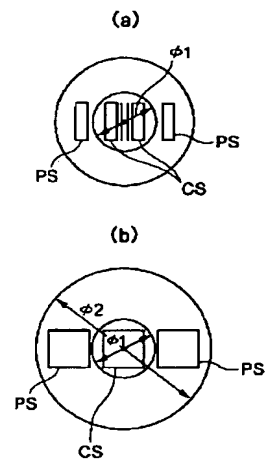
【図6】



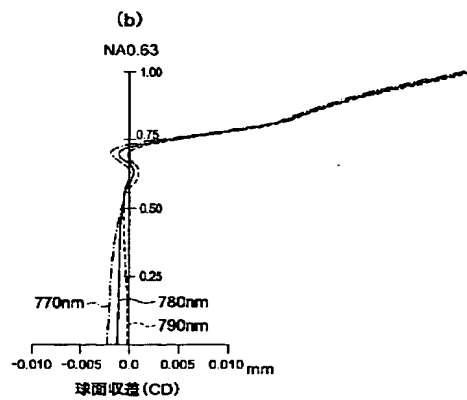
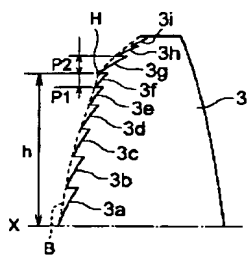
【図7】



【図8】



【図9】



フロントページの続き

Fターム(参考) 2H087 KA13 PA01 PA17 PB01 QA02
QA07 QA14 QA34 RA46 RA47
5D119 AA41 BA01 CA16 DA05 EC01
EC47 FA05 FA08 JA44 JA47
JB02
9A001 KK16